

# 农牧交错区天然草地植被的波动

程中秋, 张克斌, 常进, 王黎黎, 王晓, 张宾宾, 周毅

(北京林业大学, 北京 100083)

**摘要:** 为北方农牧交错区荒漠化评价提供参考方法, 选择宁夏盐池天然草地植被为研究对象, 调查了 2003–2009 年植被的特征值(包括盖度、群落高度、密度和生物量)。采用专家权重法构建植被波动强度公式, 以此分析北方农牧交错区植被变化情况。结果表明: 正向波动以 2004 年最大, 波动强度为 1.52, 是植被生长最好的一年; 负向波动最大的是 2008 年, 波动强度为 -1.76, 是植被生长最差的一年。同时结合前期降雨量数据, 发现植被波动强度曲线与降雨量曲线基本一致, 表明植被波动曲线确实能较好的反映研究区的植被生长情况。而对植被波动强度公式中权重的确定, 需要进一步研究和探讨。

**关键词:** 农牧交错区; 特征值; 波动强度; 降雨量; 权重

中图分类号: S812

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)04-0189-03

## Fluctuation of Vegetation in Natural Grassland of Farming-pastoral Ecotone

CHENG Zhong-qiu, ZHANG Ke-bin, CHANG Jin, WANG Li-li, WANG Xiao, ZHANG Bin-bin, ZHOU Yi

(Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** In order to provide reference method for desertification evaluation of northern farming-pastoral ecotone, this paper chose natural grassland vegetation in Yanchi, Ningxia as the research site, vegetation characteristic value (including coverage, community height, density and biomass) during 2003–2009 was investigated by using the method of expert weighting. Fluctuation intensity formula was built in order to analyze vegetation changes of northern farming-pastoral ecotone. The results showed that the biggest positive fluctuation intensity was 1.52 in 2004, which was the best vegetation growth year during study period, while the maximum of negative fluctuation intensity was -1.76 in 2008, meaning the worst vegetation growth year during study period. Meanwhile, combined early rainfall data, it was found that the curve of vegetation fluctuation intensity and the curve of rainfall were basically the same, and it showed the curve of vegetation fluctuation intensity could indeed reflect the vegetation growth in this site. And assuring weight of vegetation fluctuation intensity formula need to further study and discuss.

**Key words:** farming-pastoral ecotone; characteristic value; fluctuation intensity; rainfall; weight

植物群落的波动是指在短期或周期性的气温或水分变动的影 响下, 植物群落出现逐年的变化现象<sup>[1]</sup>。因此, 群落的波动亦可称为年际变化。植物群落波动现象在荒漠和草原群落中最为常见。它主要体现在群落生产量、植被盖度、高度等植物特征值的变化<sup>[2]</sup>。因此, 通过每年的植被特征值比较分析来研究植被波动规律, 具有十分重要的意义。植物群落的波动性研究开展较晚, 拉博特诺夫在 1972 年正式提出群落波动的定义, 截至目前, 该方面的研究取得不错的发展, 但主要集中在植被波动的类型、特征及波

动产生的机理方面<sup>[3-8]</sup>, 而且这方面的研究多数是针对森林群落<sup>[9-11]</sup>。彭少麟、王伯荪等通过森林群落的研究, 采用生物统计学的方法, 提出了波动强度的测定公式<sup>[12-13]</sup>。而对群落波动现象表现更加明显的草地群落, 相关的研究却不多见<sup>[14]</sup>, 尤其是对中国北方农牧交错区天然草地植被的相关研究更少。因此, 本文在结合同类研究的基础上, 结合宁夏盐池荒漠化定位监测的资料, 通过构建宁夏盐池天然草地植被波动强度计算公式, 研究 2003–2009 年的植被波动情况, 为农牧交错区荒漠化评价提供参考方法。

收稿日期: 2011-03-18

修回日期: 2011-04-07

资助项目: 国家自然科学基金项目(30771764); 国家林业局宁夏盐池荒漠化定位监测项目

作者简介: 程中秋(1986-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 水土保持与荒漠化防治。E-mail: chengzhongqiu456@126.com

通信作者: 张克斌(1957-), 男, 教授, 博士生导师, 主要研究方向: 荒漠化监测与防治。E-mail: etccd@126.com

## 1 研究区概况

盐池县位于宁夏回族自治区东部, 位于  $37^{\circ}04' - 38^{\circ}10'N$  和  $106^{\circ}30' - 107^{\circ}41'E$  之间。全县南北长 110 km, 东西宽 66 km, 辖区总面积 8 661.3 km<sup>2</sup>, 属鄂尔多斯台地向黄土高原过渡地带, 地势南高北低, 平均海拔 1 600 m。盐池县在气候区上属于半干旱 - 干旱区, 在植被区划上是草原 - 荒漠区, 在土地利用上属于农牧交错区。正是这种区划上的过渡性造成了盐池县的自然条件的多样性和脆弱性特点。

盐池县常年干旱少雨, 风大沙多, 属典型的中温带大陆性气候区, 年降水量 280 mm, 年蒸发量 2 100 mm, 年均气温为 8.1℃, 极端最高温度为 34.9℃, 极端最低温度为 -24.2℃, 年均无霜期为 165 d。土壤类型以灰钙土为主, 其次是黑垆土和风沙土。植被类型有灌丛、草原、草甸、沙地植被和荒漠植被。其中, 灌丛、草原、沙地植被数量较大, 分布也较广。草原分干草原和荒漠草原, 群落中常见植物种类以旱生和中旱生类型为主。

## 2 研究方法

### 2.1 样地布设及样方调查

研究区域选择盐池县无量殿附近的一块天然草地, 距城南 7 km。根据植被生长状况, 选择植被长势较好, 人为干扰影响较小的样地, 样地大小设置为 200 m × 200 m, 同时采用 GPS 定位, 每年进行定位监测。在样地范围内, 按东南西北 4 个方向分别均匀布设 5 个样方, 共计 20 个样方, 样方大小为 1 m × 1 m。每年以样方为单位进行植被调查, 调查内容主要包括植物名称及植物特征值(密度、盖度、高度、生物量等)。考虑到宁夏盐池植物生长季为 7-8 月, 故选择 2003-2009 年的 7-8 月作为样方调查时间。

### 2.2 植被波动强度公式的构建

运用生物统计学的方法初步构建植被波动强度计量公式:

$$FI = \left[ a \cdot \left( \frac{C_i}{\sum_{i=1}^r C_i/r} - 1 \right) + b \cdot \left( \frac{B_i}{\sum_{i=1}^r B_i/r} - 1 \right) + c \cdot \left( \frac{H_i}{\sum_{i=1}^r H_i/r} - 1 \right) + d \cdot \left( \frac{D_i}{\sum_{i=1}^r D_i/r} - 1 \right) \right] / 4 \quad (1)$$

式中: FI——草地植被的波动强度;  $C_i$ ——第  $i$  年植被的盖度;  $B_i$ ——第  $i$  年植被的生物量;  $H_i$ ——第  $i$  年植被的群落高度;  $D_i$ ——第  $i$  年植被的密度;  $a, b, c, d$ ——相应各指标的权重系数;  $r$ ——草地植被观测年数(本文为 7 a, 2003-2009 年)

本文采用专家打分法来确定各指标的权重系数, 共选择 10 位相关专业领域的专家对本文选取的 4 种植物特征值(盖度、生物量、高度、密度)进行权值评定。其权值的确定标准是按照 4 个不同指标对北方农牧交错区草地植被生长情况的反映程度来确定各指标的权重得分, 4 个指标权重得分之和为 4 分。选出的 10 位专家对北方农牧交错区天然草地植被 4 种植物特征值的权重评定得分结果, 最终权重系数为每位专家评定的权重得分的平均值。从专家评定结果来看, 盖度和生物量权重得分较高, 而密度和高度权重得分则相对较小。权重系数  $a, b, c, d$  的值分别为 1.62, 1.81, 0.26 和 0.31。将  $a, b, c, d$  的权重值代入式(1), 得到北方农牧交错区天然草地植被波动强度(见图 1)。

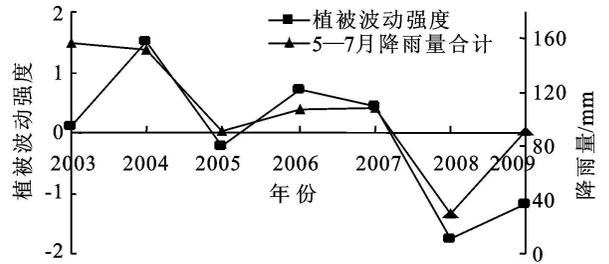


图 1 2003-2009 年植被波动强度与 5-7 月降雨量的吻合情况

## 3 结果分析

### 3.1 植被特征值分析

无量殿天然草地 2003-2009 年植被特征值统计数据见表 1。

表 1 农牧交错区天然草地 2003-2009 年植被特征值

年份	盖度/ %	高度/ cm	密度/ (株·m <sup>-2</sup> )	生物量/ (g·m <sup>-2</sup> )
2003	40.34	8.84	107	243.22
2004	52.65	11.79	74	304.55
2005	33.06	11.25	35	219.02
2006	47.32	10.98	192	202.71
2007	51.27	10.95	140	176.11
2008	22.76	9.59	68	92.34
2009	28.24	10.31	83	123.35
平均值	39.37	10.53	100	194.47

通过对 2003-2009 年农牧交错区天然草地的植被盖度分析可以看出, 2003 年、2004 年、2006 年、2007 年的植被盖度均大于平均值 39.37%, 其中以 2004 年为最大, 达到 52.65%, 2005 年、2008 年、2009 年的植被盖度均小于平均值, 以 2008 年盖度最小, 仅为 22.76%。

2003-2009 年平均群落高度为 10.49 cm, 除

2003 年、2008 年群落高度低于平均值外, 其余年份均大于平均值, 其中以 2004 年最大, 为 11.68 cm。本文统计的群落高度是指群落的平均高度, 虽然能在一定程度上反映农牧交错区天然草地的植被生长情况, 但影响较小, 所以群落高度权重值仅为 0.26。

群落密度受调查前期降水影响较大。2003 年、2006 年、2007 年调查前期研究区降水量较为丰富, 调查时伴生植物大量生长, 使得群落密度较大, 分别为 107 株/m<sup>2</sup>、192 株/m<sup>2</sup>、140 株/m<sup>2</sup>, 均高于多年平均密度(100 株/m<sup>2</sup>)。其余年份均低于平均值, 其中 2005 年群落密度最低, 只达到 35 株/m<sup>2</sup>, 这是由于 2005 年调查前期降水较少, 严重影响了草本植物特别是伴生植物的生长。

样地内建群种主要以多年生草本植物为主, 群落生物量则主要由建群种和优势种构成, 较大程度上能反映植被生长状况, 故权重系数较大。2003–2009 年, 样地内群落生物量分别为 243.22, 304.55, 219.02, 202.71, 176.11, 92.34, 123.35 g/m<sup>2</sup>, 多年平均为 194.47 g/m<sup>2</sup>。生物量波动趋势与盖度基本一致, 2003–2006 年生物量较高, 都在平均水平以上, 2007–2009 年生物量较低, 都在平均水平以下。

### 3.2 植被波动强度分析

将 2003–2009 年植物特征调查结果代入式(1), 得到 2003–2009 年的植被波动强度。波动强度结果显示, 2003–2009 年波动强度分别为 0.12, 1.52, -0.22, 0.71, 0.45, -1.76, -1.18。可以看出波动强度值以 2004 年最大, 达到 1.52, 2008 年最小, 仅为 -1.76。波动强度为正数时, 可理解为正向波动, 表示该年度植被生长较好, 在正常值以上, 波动强度值越大说明植被生长越好; 波动强度为负数时, 可理解为负向波动, 表示该年植被生长情况不理想, 在正常值以下, 波动强度的绝对值越大则说明植被生长越差。在样方调查时间内, 2003 年、2004 年、2006 年、2007 年波动强度均为正数, 植被生长较好, 其中以 2004 年为最好。2005 年、2008 年、2009 年波动强度小于 0, 植被生长较差, 以 2008 年为最差。植被波动强度曲线见图 1。

### 3.3 调查前期降雨量分析

通过当地气象局收集当年的降雨资料, 考虑到样方调查时间安排在当年的 7–8 月, 本文对与当年植被调查结果关系密切的 5–7 月降雨量进行统计, 并结合上文得出的植被强度曲线进行比较分析, 统计结果见图 1。

除 2003 年、2009 年外, 其余年份 5–7 月降雨量波动情况与植被波动强度曲线基本一致。降雨量已

被普遍证明是北方农牧交错区植被生长的最主要影响因子, 所以这在一定程度上表明植被波动强度能较好的反映北方农牧交错区植被生长情况。2003 年 5–7 月降雨量统计结果与植被波动强度存在较大差距, 原因可能是宁夏盐池县于 2003 年开始实行全县禁牧, 2003 年研究区天然草地植被生长受到前一年和当年的放牧影响, 导致 2003 年植被生长状况不如 2004 年。而 2009 年 5–7 月降雨量统计结果与植被波动强度不一致的原因是, 2009 年盐池县的公路建设破坏了研究区的植被, 导致天然草地的植被生长严重受挫。2003 年和 2009 年的植被波动结果同时表明, 国家政策和人为干扰是北方农牧交错区植被恢复的重要影响因子。

## 4 结论

(1) 降雨量的多少已被普遍证明是北方农牧交错区植被生长的最主要影响因子, 植被波动强度曲线与调查前期降雨量曲线基本一致, 表明植被波动强度曲线能够较好的反映农牧交错区植被的生长状况。

(2) 2003 年的植被波动强度与降雨量统计结果存在较大差距, 这是由于宁夏盐池于 2003 年开始实行全县禁牧, 2003 年研究区天然草地植被生长受到前一年和当年的放牧影响。这也表明盐池的禁牧政策有利于当地的草地植被恢复和生态环境改善。

(3) 虽然按照生物统计学方法构建的农牧交错区天然草地植被波动强度公式, 能够较好反映植被生长状况, 且操作简便快捷, 但由于权重系数的确定采用的是专家打分法, 专家确定的参数存在主观性, 同时不同专家的认识也存在一定的差别。因此, 如何更为准确地确定权重和减少误差, 需要进一步研究和探讨。

### 参考文献:

- [1] 曹永翔, 张克斌, 王海星, 等. 宁夏盐池封育区植被数量特征波动研究[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 4(8): 154–157.
- [2] 张克斌, 李瑞, 王百田. 植被动态学方法在荒漠化监测中的应用[M]. 北京: 中国林业出版社, 2009: 75.
- [3] 周灿芳. 植物群落动态研究进展[J]. 生态科学, 2000, 19(2): 56.
- [4] Barkman J J. On the ecology of cryptogamic epiphytes with special reference to the Nethedands[J]. *Belmontia*, 1958, 2: 10–18.
- [5] Knapp R, 宋永昌, 张坤. 植被动态[M]. 郑慧莹, 译. 北京: 科学出版社, 1986: 68–76.

(下转第 196 页)

林、华北落叶松-白桦-黑桦混交林是半分解层大于未分解层。在半分解层中,华北落叶松-白桦-黑桦混交林的有效拦蓄能力最强,为  $35.67 \text{ t/hm}^2$ ,山杨-黑桦-蒙古栎混交林有效拦蓄能力最弱,为  $7.42 \text{ t/hm}^2$ 。总之,华北落叶松-白桦-黑桦混交林林分的拦蓄能力最强。

## 4 结论

对木兰林管局境内 6 种典型林分类型枯落物蓄积量调查表明:华北落叶松-白桦-黑桦混交林的蓄积量最大为  $30.47 \text{ t/hm}^2$ ;白桦-黑桦混交林蓄积量最小为  $10.15 \text{ t/hm}^2$ ;各层次储量所占比例不同,蒙古栎-黑桦混交林未分解层所占比例最小,占总储量的 28.87%;而白桦-黑桦-华北落叶松混交林未分解层所占比例最大,占总储量的 48.92%,这可能是由于阔叶树落叶分解较快,而针叶树落叶难以分解的原因。

6 种典型林分类型中华北落叶松-白桦-黑桦混交林枯落物最大持水量最大,为  $63.57 \text{ t/hm}^2$ ,而山杨-黑桦-蒙古栎混交林最小,为  $24.33 \text{ t/hm}^2$ ,而其最大持水率却最大。6 种林分类型枯落物在最初浸泡的 1 h 内,枯落物持水量都迅速增加,以后随着浸泡时间的延长呈现不断增加的趋势,但增加速度逐渐放慢。其中不同层次枯落物的拦蓄能力不同,蒙古栎-黑桦混交林、华北落叶松-白桦-黑桦混交林是半分解层大于未分解层,其他混交林分是未分解层大于半分解层。华北落叶松-白桦-黑桦混交林的拦蓄能力最强,未分解层和半分解层总拦蓄能力为  $48.60 \text{ t/hm}^2$ 。综上所述,华北落叶松-白桦-黑桦混交林枯落物的水源涵养能力最强,山杨-黑桦-蒙古栎混交林最弱。对以上混交林林分枯落物水文效应的研究,对改善研究区森林涵养水源功能具有重要的指导意义。

## 参考文献:

- [1] 曾大林. 对当代林业水土保持作用的几点认识[J]. 中国水土保持, 2000(6): 25-28.
- [2] 鲁绍伟, 王雄宾, 余新晓, 等. 封育对人工针叶林林下植物多样性恢复的影响[J]. 北京林业大学学报, 2008, 30(2): 121-126.
- [3] 付晓燕, 江大勇, 郭万军, 等. 林龄、密度对华北落叶松人工林下生物多样性的影响[J]. 河北林果研究, 2009, 24(1): 33-37.
- [4] 刘广营, 陈志刚, 蔡胜国, 等. 针叶食叶害虫的无公害烟雾防治技术及效果分析[J]. 河北林果研究, 2008, 23(4): 399-401.
- [5] 钟德军. 木兰围场: 47 年森林火灾零记录[J]. 绿色中国, 2009(4): 30-31.
- [6] 林海礼, 袁位高. 钱塘江源头不同森林林分的水文功能研究[D]. 浙江临安: 浙江林学院, 2008.
- [7] 姜海燕, 赵雨森, 陈祥伟, 等. 大兴安岭岭南几种主要森林类型土壤水文功能研究[J]. 水土保持学报, 2007, 21(3): 149-153.
- [8] 李红军, 杨吉华, 鲍玉海, 等. 山东省石灰岩山区灌木林枯落物持水性能研究[J]. 水土保持学报, 2005, 19(1): 44-46.
- [9] 林波, 刘庆, 吴彦, 等. 亚高山针叶林人工恢复过程中凋落物动态分析[J]. 应用生态学报, 2004, 15(9): 1491-1496.
- [10] 饶良懿, 朱金兆, 毕华兴. 重庆四面山森林枯落物和土壤水文效应[J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(1): 33-37.
- [11] 胡淑萍, 余新晓, 岳永杰. 北京百花山森林枯落物层和土壤层水文效应研究[J]. 水土保持学报, 2008, 22(1): 146-150.
- [12] 张振明, 余新晓, 牛健植, 等. 不同林分枯落物层的水文生态功能[J]. 水土保持学报, 2005, 19(3): 139-143.
- [13] 刘建立, 王彦辉, 管伟, 等. 宁南山区华北落叶松林枯落物水文特征研究[J]. 水土保持通报, 2009, 29(6): 20-23.
- [6] 杨龙. 梵净山黔桐林的结构与动态[J]. 植物生态学与植物学丛刊, 1983(3): 204-214.
- [7] Haenrich E. F. Environmental fluctuations on south-facing slopes in the Santa Catalina Mountains of Arizona[J]. Ecology, 1976, 51: 959-974.
- [8] 祝廷成, 钟章成, 李建东. 植物生态学[M]. 重庆: 重庆高等教育出版社, 1989.
- [9] 杜道林, 刘玉成, 苏杰. 茂兰喀斯特山地广东松种群结构和动态初步研究[J]. 植物生态学报, 1996, 20(2): 160-166.
- [10] 梁士楚. 贵阳喀斯特山地云贵鹅耳枥种群动态研究[J]. 生态学报, 1992, 12(1): 53-60.
- [11] 喻理飞, 朱守谦, 叶镜中, 等. 退化喀斯特森林自然恢复过程中群落动态研究[J]. 林业科学, 2002, 38(1): 1-8.
- [12] 彭少麟. 森林群落波动性探讨[J]. 应用生态学报, 1993, 4(2): 120-125.
- [13] 彭少麟, 王伯荪. 鼎湖山森林群落的波动性研究[J]. 生态科学, 1988(1): 42-45.
- [14] 左小安, 赵学勇, 张铜会, 等. 中国北方农牧交错带植被动态研究进展[J]. 水土保持研究, 2005, 12(1): 162-164.

(上接第 191 页)